Aus der klinischen Abteilung (Leiter Professor Dr. Kranz)
des Zahnärztlichen Institutes der Universität München
(Direktor Professor Dr. Kranz)

Die Regeneration des Knochen nach Wurzelspitzenresektion

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
in der Zahnheilkunde

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Heinz Krämer
Zahnarzt aus Braunschweig

München 1935

Bayerische Druckerei & Verlagsanstalt G.m.b.H., München, Müllerstraße 27

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Meinem lieben Vater
und dem Andenken meiner lieben Mutter

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0178

Um eine Ausheilung eines krankhaften Vorganges an der Wurzelspitze eines Zahnes zu erreichen, kann man verschiedene Behandlungswege einschlagen. Der Grad und die Ausbreitung des krankhaften Vorganges und die Einschmelzung im Knochen, die Lokalisation des kranken Zahnes ebenso wie soziale Gesichtspunkte spielen eine Rolle bei der Auswahl des Behandlungsweges. Zwei große Gruppen von Behandlungsarten lassen sich unterscheiden: die konservierende und die chirurgische Behandlung des Zahnes. Man könnte von einer radikal-chirurgischen Behandlung sprechen, wenn man die Entfernung des erkrankten Zahnes und eine Auskratzung des sich gebildeten Granulationsgewebes vornimmt. Dagegen könnte die Wurzelspitzenresektion eine konservierend-chirurgische Behandlung genannt werden, da bei ihr eine Ausheilung des krankhaften Vorganges an der Wurzelspitze durch Entfernung derselben und sämtlicher Granulationen angestrebt wird. Die Ausheilung einer „periodontitis granulomatosa", wie die krankhaften Veränderungen am Knochen in der Umgebung der Wurzelspitze vielfach bezeichnet werden, durch eine Wurzelspitzenresektion nimmt also eine Mittelstellung zwischen der konservierenden Behandlung und der Extraktion des Zahnes ein. Man kann auch behaupten, daß die Wurzelspitzenresektion die Vorteile des einen Behandlungsweges, nämlich die Erhaltung des Zahnes, mit denen des anderen, die gründliche Entfernung der erkrankten Partie im Knochen um die Wurzelspitze herum, vereinigt und somit auch erfahrungsgemäß eine schnellere und sichere Ausheilung und spätere Knochenregeneration als die rein konservierende Behandlung ergibt (z. B. mit Silberstiften nach Oppenheim), die manche Praktiker bei kleineren Granulationsbildungen als durchaus hinreichend ansehen.

Der Gedanke der Wurzelspitzenresektion ist ziemlich alt. In der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts soll zum erstenmal eine Art Wurzelspitzenresektion durchgeführt worden sein, nämlich von Lorenz Heister, der „die Kariesbehandlung des Knochens" durch „Schneiden und Brennen" durchgeführt hat. Dies kann als eine Art Wurzelspitzenresektion angesehen werden, wenn auch damals die Wurzelfüllung vollkommen fehlte, was wohl auch daran schuld war, daß man nur Zufallserfolge erhielt. Jedenfalls hat aber Heister den Weg gewiesen, auf dem man dann 150 Jahre später weitergegangen ist.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben dann mehrere Chirurgen wie Magitot, Smith, Farrer ähnliche Operationen durchgeführt. Aber erst Partsch ist es gewesen, der die Operation so eingeführt und bekanntgemacht hat, wie sie heute mit geringen Abweichungen noch gehandhabt wird. Im Gegensatz zu Deutschland

und Oesterreich wurde die Operation in England, Frankreich und Amerika weniger oft durchgeführt, was wohl an der Verbreitung der Lehre von der „oralen Sepsis“ in diesen Ländern liegt, nach welcher die Zähne zu extrahieren sind.

Wenn in der letzten Zeit die Wurzelspitzenresektion (= W.S.R.) eine Operation geworden ist, die immer häufiger durchgeführt wird, nicht nur in den Kliniken, sondern auch in der Praxis, so liegt es wohl nicht allein daran, daß „der unerfreuliche Griff zur Zange“ und der damit verbundene Verlust des Zahnes bei periapikaler Granulombildung vermieden werden kann, sondern daß die Erfolge nach der Operation doch so befriedigend waren und die Mißerfolge bei richtiger Technik auf ein solches Mindestmaß herabgesetzt werden konnten, daß es ausgesprochene Gegner der W.S.R. nicht mehr geben sollte. Auch der Patient wird sich den für ihn etwas unangenehmen Eingriff gern gefallen lassen im Hinblick darauf, daß ihm der Zahn erhalten bleiben kann.

Wenn man von einem Erfolge der W.S.R. reden will, muß man einen Unterschied machen zwischen einem klinischen Erfolg, einem histologischen und einem röntgenologischen.

Von einem Erfolg im klinischen Sinn kann dann gesprochen werden, wenn nach kürzerer oder längerer Zeit sich keine weiteren Entzündungserscheinungen am Zahn oder in dessen Umgebung am Knochen mehr zeigen, wenn der Patient über keine unangenehmen Empfindungen mehr klagt und auch eine anfängliche Lockerung des Zahnes mit der Zeit sich behoben hat. Ueber diese Heilung im klinischen Sinne hat sich Partsch selbst, der ja als Begründer dieser Operation anzusehen ist, sehr befriedigend ausgesprochen und mehrere andere Autoren äußerten sich ähnlich.

Die Kontrolle auf einen histologischen Erfolg nach der Operation läßt sich am Menschen nur schwer anstellen, da dies nur nach Extraktion des Zahnes oder nach Autopsie möglich wäre. In einer Arbeit von Steinhardt über pathologisch-anatomische Befunde nach Wurzelspitzenresektion beim Menschen wird ein Fall veröffentlicht, der 6 Monate nach der vorgenommenen Wurzelspitzenresektion ad exitum gekommen ist. Diese Ausführungen (siehe unten) unterstreichen die Feststellungen Bauers, der wie Euler, Schachtel und mehrere andere solche histologische Untersuchungen besonders an Tieren vorgenommen hat. Ueber die Ergebnisse dieser histologischen Untersuchungen sei kurz berichtet:

Nach Vollbluten der Operationshöhle wird das Gerinnsel in junges Bindegewebe organisiert, falls keine Komplikationen eingetreten sind. Man kann im Sinne Gottliebs den Zustand, der durch eine Wurzelspitzenresektion (W.S.R.) entstanden ist, als eine partielle Implantation auffassen. Der Dentinquerschnitt, der durch die W.S.R. freigelegt wurde, ist in junges Bindegewebe implantiert.

Nach Gottlieb lagert sich dann mit oder ohne vorhergehende Resorption Knochenzement an dem Wurzelstumpf an mit oder ohne Verwachsung mit dem umliegenden Knochen, oder die Dentinschnittfläche wird einfach vom Bindegewebe toleriert, ohne daß letzteres aus dieser Nachbarschaft irgendwelche nennenswerte Konsequenzen zieht, d. h. der nichtplantationsfähige Teil des Dentinquerschnittes wird durch Granulationsmassen resorbiert; wenn dann nur positiv plantationsfähiges Material vorhanden ist, hört die Resorption auf, die Resorptionslakunen werden mit Knochenzement ausgefüllt und der ganze Stumpf überzieht sich mit einer Knochenzementschicht. So erklärt Gottlieb die Resorptionserscheinungen.

Im weiteren Verlauf wird nun der ganze Operationsstumpf mit einem Knochenzementsaum bedeckt. Mit Ausnahme Eulers sind sich alle Autoren darüber einig, daß sich der Zement lediglich anlagert, daß also keine Verschmelzung von Dentin und Zement stattfindet. Inzwischen wird nun die ganze Operationshöhle vom neugebildeten Knochengewebe ausgefüllt, das von den Seiten des Defektes gegen die Mitte sich vorschiebt. Dies ist der wichtigste Teil des ganzen Regenerationsvorganges. Im weiteren besteht nun noch die Streitfrage, ob sich zwischen dem Zement und dem neugebildeten Knochen eine bindegewebige Faserschicht bildet oder nicht, ob also ein neues Periodontium entsteht oder nicht. Bauer betont in einer Arbeit 1922, daß zuerst „zwischen Zahn und Knochen eine fixe Brücke" entsteht, die sich dann durch den funktionellen Reiz wieder löst und ein neues Periodontium ausgestaltet. 1925 gibt derselbe Autor auf Grund neuer Untersuchungen eine Darstellung, nach der sich bereits von Anfang an durch die Druck- und Zugwirkungen auf den Zahn eine bindegewebige Schicht bildet, die sich als neues Periodontium differenziert. Diese letztere Darstellung trägt eine größere Wahrscheinlichkeit in sich, zumal ja aus der großen Chirurgie kein Analogon zu finden wäre, wo sich auf funktionellen Reiz eine Synostose wieder löst. Weiterhin ist auch von Euler und Schachtel in ihren Untersuchungen gefunden worden, daß von vornherein der neugebildete Knochen von dem Knochenzementsaum durch ein als neues Periodontium anzusprechendes Bindegewebe getrennt wäre.

Da diese histologischen Untersuchungen am Menschen, wie schon gesagt, auf Schwierigkeiten stoßen, ist uns im Röntgenbild ein Weg der Kontrolle gegeben, der sicherer als das klinische Bild und leichter als die histologische Untersuchung eine Nachprüfung der Heilungsvorgänge am Knochen nach der W.S.R. gestattet. Freilich muß man sich der Grenzen der Röntgendiagnostik bewußt sein; man wird niemals Bilder von solch instruktiver Feinheit erhalten wie sie das Mikroskop liefert. Aber da alle Veränderungen des Kalkgehaltes und der Struktur des Knochens im Röntgenbild

darstellbar sind, kann man ebensogut, wie man es zur Diagnose pathologischer Prozesse verwendet, die Heilungsvorgänge am Knochen röntgenologisch verfolgen.

Die Kontrolle auf röntgenologischem Wege, ob sich ein Erfolg oder ein Mißerfolg nach der W.S.R. eingestellt hat, ist zum erstenmal in größerem Ausmaße von Bernhard Steiner ausgeführt worden. Er stellte für die röntgenologische Beurteilung einer Ausheilung eines periapikalen Prozesses nach einer W.S.R. folgende Forderungen auf:

„1. Die periapikalen Einschmelzungen müssen, und seien sie noch so groß, durch normale Knochenspongiosa ersetzt erscheinen.

2. Die feine Alveolarinnenlamelle muß sichtbar sein.

3. Ein neuer Periodontalspalt in normaler Breite muß die Wurzelspitze, d. h. hier den Stumpf umziehen, wie ihn der Stomatoröntgenologe meist nur bei lebenden Zähnen zu sehen gewohnt ist."

Steiner steht auf dem Standpunkt, daß bei Erfüllung dieser drei Punkte unbedingt von einer eingetretenen Heilung gesprochen werden kann; denn geringe Bakterienansammlungen, die allenfalls noch vorhanden wären, im Röntgenbild aber nicht zu erfassen sind, könnten eine erneute Einschmelzung im periapikalen Gebiet nicht bewerkstelligen, wenn die Wurzelfüllung eine ausreichende ist und lege artis operiert ist, da der Organismus mit dieser quantitativ geringen Menge dank seiner Abwehrvorrichtungen fertig wird. Es kommt nämlich nicht nur auf die Anwesenheit, sondern vielmehr auf die Quantität der vorhandenen Keime an, um Schädigungen hervorzurufen.

Diese Wirkungslosigkeit der Keime könnte aber niemals allein durch Abwesenheit von subjektiven Beschwerden, sondern nur durch das Röntgenbild erkannt werden. Es ist zwar anzunehmen, daß es auch ausgeheilte Fälle geben kann, bei denen eine völlige im Röntgenbild feststellbare restitutio ad integrum nicht vorhanden, sondern, und hier führt er die Beobachtungen von Riha an, nur eine Vernarbung des Granulationsgewebes eingetreten sei, ohne daß es je zu einer Verkalkung oder Knochenneubildung gekommen ist. Auch Ciescynski erwähnt, daß nicht immer eine Verkalkung oder Knochenneubildung nach W.S.R. eintritt, sondern daß gelegentlich das Auftreten der neugebildeten Spongiosa zum Teil ausbleibt. „Es bildet sich zuweilen ein derbes Narbengewebe, welches für Röntgenstrahlen durchgängig ist; häufig beobachten wir dieses als haubenartigen Spalt über der resezierten Wurzelspitze, auch wenn die übrige Knochenwunde bereits deutliche Struktur der Spongiosa aufweist." Diese letzte Anschauung steht freilich im Gegensatz zu den obenerwähnten Ausführungen Bauers, der den erwähnten „haubenartigen Spalt" gerade als neugebildetes Periodontium anspricht und in ihm den günstigsten Heilverlauf überhaupt sieht.

Eine weit umfangreichere Untersuchung wie die Steiners auf röntgenologischem Wege hat Hofer 1933 angestellt. Er hat 100 Fälle untersucht, um durch ein Anfangs- und ein Endbild einen Anhaltspunkt über den Erfolg bzw. Mißerfolg der W.S.R. zu haben. Eine einwandfreie Knochenregeneration und Neubildung eines Periodontiums hat er in 60 Fällen festgestellt. Auffällig dabei ist, daß die Regeneration des Knochen, wie er sie als Idealzustand bezeichnet, einmal nach 4 Monaten, ein andermal nach 8 Monaten eingetreten ist.

Woran kann nun eine Schwankung in der Heilungsdauer von solchem Ausmaße liegen? In erster Linie ist natürlich der Gesundheitszustand des Operierten von ausschlaggebender Bedeutung, weiterhin wird auch das Alter eine nicht unbedeutende Rolle spielen, was man ja bei der Frakturheilung zur Genüge beobachtet hat. Außer einigen weiteren dispositionellen Gründen wird auch die Größe der Operationshöhle von Bedeutung für die unterschiedliche Heilungsdauer sein. Zu allen diesen Faktoren, die schon von vielen Autoren aufgestellt und als ausschlaggebend anerkannt sind, bringt Hofer noch folgenden: er stellt die Vermutung auf, daß auch der Kieferabschnitt, in dem der Granulationsherd liegt, eine gewisse Rolle bei der Regeneration spielt. Diese Beobachtung hat er wohl an einigen seiner Fälle gemacht; er gibt hierfür aber keine Gründe an.

Wenn man sich vor Augen hält, welche Differenzen in der Heilungsdauer nach W.S.R. von den einzelnen Autoren (Hofer, Riha, Steiner) angegeben werden, sollte man doch einmal Untersuchungen anstellen, bei denen die zeitlichen Differenzen, die in der individuellen Disposition, dem Alter usw. liegen, ausgeschaltet sind, und durch Beobachtungen solche Differenzen in der Knochenregeneration festzustellen suchen, die innerhalb ein und desselben Individuums liegen könnten, wie sie die oben angeführte Vermutung zum Ausdruck bringt. Ich habe daher auf Anregung von Dr. Link solche Untersuchungen angestellt.

Zum Verständnis der sich hier ergebenden Einzelheiten ist die Kenntnis der Knochenregeneration im allgemeinen notwendig, und so möchte ich zuvor kurz auf die Frage der Knochenregeneration eingehen, wie sie von den verschiedenen Autoren dargestellt worden ist.

Die Grundlage, d. h. das Muttergewebe für den neugebildeten Knochen ist der Kallus, der, wie fast alle Autoren sich einig sind, durch eine spezifische Tätigkeit von Periost und Endost aufgebaut wird und im weiteren dann durch Verkalkung zu Knochengewebe wird.

Bier sieht in seinen Arbeiten über Knochenregeneration den Kallus als eine Art „Narbengewebe“ an und sagt, daß bei der Regeneration des Knochens als solcher der „formative Reiz“ der wich-

tigste sei. Dieser „formative Reiz“ ist in seiner Wirkung als ein Hormon anzusehen, das seinen Sitz im Knochenmark hat; so ist auch nach Bier das Knochenmark der wichtigste Faktor bei der Regeneration, das Periost hat nur untergeordnete Bedeutung und liefert bei Ausschaltung des Knochenmarkes vom Heilungsprozeß nur ein Regenerat, das dem zu ersetzenden Stück meist nicht gleicht und auch in seiner Struktur ungleichmäßig ist. Weiterhin gibt Bier an, daß metaplastische Vorgänge bei der Kallusbildung eine große Rolle spielen, wenigstens scheint ihm die Deckung größerer Knochendefekte immer mit metaplastischen Vorgängen verbunden zu sein.

Sein Schüler Martin hat in langen Versuchsreihen diese Ansichten zu beweisen versucht.

Ganz im Gegensatz zu der Bier'schen Schule steht Lexer, der als ausschlaggebenden Faktor bei der Heilung jeder Gewebsverletzung, so auch bei der Knochenregeneration, die Gefäßversorgung und die Gewebsernährung hinstellt. Er hat auch den Begriff der „Bruchhyperämie“ geprägt. Der Reiz, der zur Hyperämie führt, geht von zerfallenen Zellen und Geweben der Bruchstelle aus. Der Unterschied, den Mark und Periost in bezug auf ihre Fähigkeit zur Knochenregeneration haben, liegt in ihrer Gefäßversorgung begründet. Während das Periost sehr stark von Gefäßen durchzogen ist, findet man im Mark nur eine geringe Gefäßversorgung, eigentlich nur die art. nutritia, die manchmal auch noch durch den Bruch verletzt ist und somit an dem Heilungsprozeß aktiv nicht teilnehmen kann. So steht bei Lexer das Periost weitaus im Vordergrund bei der Knochenregeneration allein wegen der ausgedehnteren Blutgefäßversorgung. In Abrede stellt Lexer, wie ihm viele andere Autoren auch bestätigen, metaplastische Vorgänge bei der Kallusbildung. Seine Ansichten werden von Rhode geteilt, der zu denselben Feststellungen gekommen ist, als er die Ueberprüfung der Arbeiten von Martin vornahm.

Andere Autoren wie Wehner und Walter Müller stellen die Funktion bei der Knochenregeneration mehr in den Vordergrund und bezeichnen sie zum Teil sogar als alleinigen Reiz zur Verknöcherung des sich gebildeten Kallus.

Schillings teilt den Regenerationsprozeß am Knochen in 2 Phasen ein. In der ersten Phase steht das Periost im Vordergrund, von ihm aus geht die Bildung eines spezifischen Keimgewebes. In der 2. Phase fällt dem Knochenmark die Hauptaufgabe zu; es dringen von ihm aus Blutkapillaren in das Keimgewebe ein, aus deren Endothel die Osteoblasten und Osteoklasten entstehen. Diese geben dem entstandenen Keimgewebe durch Apposition und Resorption die richtige Form und stellen den definitiven Kallus her. Für Schillings also haben Periost und Mark ungefähr die gleiche Bedeutung am Wiederaufbau. Er stellt nur eine zeitliche Reihenfolge ihrer Hauptbetätigung auf.

Fritz Partsch hat in seinen „Studien zur Knochenregeneration" nachzuweisen versucht, daß die Funktion nicht unbedingt notwendig ist für eine Regeneration, daß auch ohne jede Beanspruchung das Periost die Tätigkeit zum Wiederaufbau aufnimmt. Die Ursache für die bevorzugte Stellung des Periostes sieht auch er wie Lexer in der Gefäßversorgung. Nur die Gefäßversorgung gibt dem Periost gegenüber dem Mark den Vorrang bei der Knochenregeneration.

Beim Vergleich der verschiedenen Ansichten kommt man wohl zu der Anschauung, daß die Knochenregeneration vom Periost ebenso wie vom Endost des Markes ausgeht, daß für die Regeneration eine gewisse Blutfülle, Lexers „Bruchhyperämie", von ausschlaggebender Bedeutung ist und daß der Unterschied zwischen Periost und Mark in ihrer Beziehung zur Kallusbildung allein in der Verschiedenheit der Blutzufuhr liegt. Außerdem muß aber betont werden, daß die Funktion als Reiz für die Knochenregeneration nicht unterschätzt werden darf, gerade wenn eine oft so wichtige, möglichst frühzeitige Konsolidierung des neugebildeten Knochens angestrebt wird.

Läßt sich mit den Anschauungen der einzelnen Autoren ein Unterschied in der Knochenregeneration, sowohl was den Beginn der Verknöcherung als auch den weiteren Ablauf des Wiederaufbaues des verlorenen Knochens überhaupt anbetrifft, vereinbaren oder nicht?

Die einzelnen Faktoren, die von den Autoren als ausschlaggebend für die Regeneration angegeben werden, sind in ihrer Art so, daß man unbedingt sagen möchte, das Knochengerüst des menschlichen Organismus müßte eigentlich in allen seinen Teilen einen Unterschied in der Regeneration aufweisen, wenn auch der Vorgang als solcher natürlich immer derselbe ist. Man könnte annehmen, daß gerade die von Lexer verlangte Blutfülle ein Punkt ist, der überall im Organismus gewisse Schwankungen aufweist.

Es ist ja auch schon längst ein Unterschied in der Regeneration z. B. an einem Fingerknochen und einem Wadenbein festgestellt. Dies dürfte nicht allein an dem verschiedenen Querschnitt etwa, den diese Knochen aufweisen, auch nicht allein an der verschiedenen Ausdehnung des Periostes oder des Markes liegen. Es ist hier sicher neben anderen Gründen, hierzu gehört besonders die durch die Muskeln bedingte Funktion, die unterschiedliche Blutversorgung in den osteoplastischen Substanzen, so wie sie Lexer fordert, von Bedeutung.

Aber auch die Bier'schen Anschauungen sind es, die uns ein immer verschiedenes Bild der Knochenregeneration vor Augen stellen würden. Nach ihm sollen doch die hormonalen Kräfte, die im Mark sitzen, lokal gebunden sein; damit ist wohl leicht einzusehen, daß sie auch in ihrer hormonalen Wirkungsstärke differenziert sein dürften.

Aber gerade die Autoren, die in der Funktion einen der wichtigsten Reize sehen, werden eine Differenzierung in der Regeneration als unbedingt vorhanden anerkennen müssen, denn die Beanspruchung ist ja auch eine sehr verschiedene, sowohl was Zug, Druck oder auch Torsion anbetrifft.

Die für unser Gebiet in Frage kommenden Knochen, der proc. alveolaris des Oberkiefers und der Unterkieferknochen, sind in ihrer Ausgestaltung recht verschieden. Der proc. alveolaris des Oberkiefers ist durch die Alveolen und die in der Nähe liegende Kieferhöhle ein recht dünnwandiger, viele Räume enthaltender Knochen. Die mandibula dagegen ist in ihrer Ausgestaltung ein viel kompakterer Knochen, wofür man wohl den Grund darin sehen kann, daß die Zahnwurzeln des Unterkiefers eine stärkere Befestigungsgrundlage nötig haben, da ihre Unterlage, eben die mandibula, nicht wie der Oberkiefer eine Abstützung durch das ganze Kopfskelett besitzt. Ist nun eventuell auch die Blutversorgung in der Umgebung der Zahnwurzeln des Unterkiefers eine andere wie die des Oberkiefers, oder liegen sogar Unterschiede vor in der Blutversorgung der einzelnen Kieferabschnitte? Diese Annahme wäre nicht von vornherein von der Hand zu weisen, aber die Feststellungen in bestimmter Form scheinen in dieser Richtung kaum möglich; denn nur äußerst schwer, wenn es nicht ganz unmöglich ist, wird sich die Blutversorgung des einen Operationsfeldes und die eines anderen in ihrer Unterschiedlichkeit erfassen lassen.

Dagegen ist die Funktion als Faktor bei der Knochenregeneration im menschlichen Gebiß nicht allzu schwer festzustellen. Und so sind es wohl die Unterschiede im Grade der Funktion, die am augenfälligsten im Vordergrund stehen bei einer unterschiedlichen Regeneration bzw. Konsolidierung des Knochens, in unserem Falle also die Kaufunktion.

Es ist ja bekannt, daß nicht jeder Zahn im menschlichen Gebiß, abgesehen von Schäden an ihm, eine gleichwertige Funktion auszuüben hat. Schon die verschiedene Arbeit in der physiologischen Leistung, wie sie sich gegenübersteht in einem Schneidezahnpaar und einem Molarenpaar, wird eine verschiedene Bewertung ihrer Funktion rechtfertigen, die Funktion des Abbeißens, wie sie die Frontzähne hauptsächlich zu leisten haben, wird bei jedem Biß eine einmalige starke Belastung der Unterlage, d. h. hier des Aufhängeapparates, zu dem ja in seiner Gesamtheit auch der Knochen in nächster Umgebung der Wurzelspitze gehört, hervorrufen; während die Mahlarbeit eines Molaren oder auch Prämolaren eine mehr sich gleichbleibende, mehrmalige Beanspruchung des Aufhängeapparates erfordert. Schon seit längerer Zeit sind Versuche gemacht, die einzelnen Zähne nach ihrer Leistung im Kauakt zu bewerten, und man hat da den Begriff der „Kaueinheit" aufgestellt. Der Begriff „Kaueinheit" ist so zu erklären, daß die Kaueinheit als ein Teilprodukt

derjenigen Kaufunktion des Gebisses bezeichnet wird, die von den gesamten Zähnen während des Kauaktes geleistet wird. Rohrer stellt in einer Arbeit die beiden Begriffe „Kauakt" und „Beißakt" gegenüber und verteilt auf die einzelnen Zähne folgende Werte:

Antagonistenpaar	Bedeutung im Beißakt	Bedeutung im Kauakt
Incisivi	1,0	0,25
Canini	1,0	0,25
Prämolaren	0,5	1,0
1. u. 2. Molaren	0,25	1,0
3. Molaren	0	0,5

Bei den unter „Bedeutung im Kauakt" angeführten Werten ist wohl größtenteils nur Rücksicht auf die flächenhafte Ausnutzung eines Zahnes genommen und den damit verbundenen Wert für die Kaufunktion als Ganzes, während die „Bedeutung im Beißakt" wohl hauptsächlich den zweiten Faktor der Kaufunktion, nämlich den Kaudruck bewertet. Beide Größen zusammen, sowohl die flächenhafte Ausnutzung eines Zahnes wie die mögliche Belastung, der sogenannte Kaudruck, lassen eine Bewertung der Funktion des einzelnen Zahnes zu.

Wenn die Funktion und in ihr besonders der Kaudruck als grundlegender Reiz für die Knochenregeneration angesprochen werden kann, so ist damit für die Unterschiedlichkeit in der Knochenregeneration die Differenzierung in ihrer Funktionsbewertung, so wie man sie nach dem oben Gesagten aufstellen kann, von großer Bedeutung.

Diese Bewertung der Differenzierung in der Funktion hat natürlich nur dann einen Sinn, wenn wir ein ausgeglichenes, lückenloses Gebiß, das in Okklusion und Artikulation ein vollkommen normales Bild ergibt, vor uns haben. Aber im Organismus des Menschen, besonders im menschlichen Gebiß, gibt es kein Fixum; wir werden weitaus am häufigsten Fällen begegnen, wo Unregelmäßigkeiten in mehr oder weniger großem Ausmaße vorhanden sind. Sei es nun, daß die eine Seite in einem Gebiß durch Lücken geschwächt und dadurch die andere stärker beansprucht wird, sei es, daß der eine oder andere Zahn mehr vom Biß getroffen wird oder gar einen Brückenpfeiler darstellt, sei es schließlich, daß irgendwelche Erkrankungen, besonders solche des Zahnbettes, veränderte Bedingungen schaffen. In jedem dieser Fälle wird eine starke Unterschiedlichkeit in der Funktionstüchtigkeit vorhanden sein, so daß bei einer evtl. W.S.R. in einem solchen Gebiß deutlich sichtbare Differenzen in der Knochenregeneration auftreten sollten.

Im folgenden wird an Hand von Beispielen, über die Link an anderer Stelle berichten wird, das Gesagte in dieser Richtung beleuchtet und unterstrichen.

Fall 1: Patientin Lilly G., 33 Jahre alt.

W.S.R. am $\overline{5|}$, am 15. Mai 1934 durchgeführt;

W.S.R. am $\overline{4}|$, am 13. Juni 1934 durchgeführt.
Das Gebiß zeigt folgenden Status:

$$\frac{.7\,6\,5\,4\,3\,.\,1\,|\,1\,2\,3\,4\,5\,6\,7\,8}{.7\,6\,5\,4\,3\,2\,1\,|\,1\,2\,3\,4\,5\,6\,7\,.}$$

Im Oberkiefer fehlen 2 und 6. Durch ein gleichmäßiges Verwandern von 3| und 4| ist die Lücke zwischen 1| und 3| etwas geschlossen; auch zwischen 1 und 1 geringe Diastemastellung. 3 und 4 tragen Porzellan-Mantelkronen. 2 trägt einen Stiftzahn und ist etwas gelockert. Sonst macht der Oberkiefer einen durchaus gebrauchstüchtigen Eindruck, was die Patientin auch bestätigt.

Im Unterkiefer fehlen $\overline{8}|$ und |8; sie sind noch nicht durchgebrochen. 4| und $\overline{5}|$ tragen heute Kronen.

Abb. Nr. 1 (27. 6. 34). Abb. Nr. 2 (26. 7. 34). Abb. Nr. 3 (4. 2. 35).

Die erste Kontrollaufnahme (am 27. 6. 34) zeigt am $\overline{5}$ eine beginnende Verheilung, es sind 6 Wochen, nachdem die Wurzelspitze reseziert ist. Dieselbe Aufnahme zeigt am 4 noch eine ziemlich frische Knochenwunde.

Die zweite Kontrollaufnahme (26. 7. 34), also 6 Wochen nach der 2. Resektion und 10 Wochen nach der 1. Resektion zeigt auch einen ähnlichen Abstand in der Verheilung von $\overline{5}$ und 4| wie die vorige Aufnahme. Wichtig ist, zu bemerken, daß jetzt die beiden Zähne durch Ueberkronung wieder zum Kauakt herangezogen sind.

Ein ganz anderes Bild zeigt nun die Aufnahme Nr. 3, die am 4. 2. 35 angefertigt wurde. Am 4, dem Zahn, der zuletzt reseziert wurde, sieht man von der Operation fast nichts mehr; es scheint ein „Idealfall der Heilung" eingetreten zu sein. Die Forderungen, die Steiner aufgestellt hat, sehen wir erfüllt. Es ist eine deutliche Spongiosa-Zeichnung zu erkennen, eine Konsolidierung des Knochens ist eingetreten und eine bindegewebige Hülle hat sich um den Wurzelstumpf gelegt, die wir als neugebildetes Periodontium ansprechen können. Anders dagegen beim $\overline{5}|$, der doch früher reseziert ist, und bei dem man doch mindestens einen soweit fortgeschrittenen Heilungszustand wie beim $\overline{4}|$ erwarten sollte. Hier ist noch deutlich eine Aufhellung um die Wurzelspitze sichtbar. Es ist wohl die Operationshöhle mit jungem Knochengewebe ausgefüllt (vgl. Aufnahme Nr. 1), aber eine vollständige Konsolidierung des Knochens, d. h. ein vollkommen ausgeglichener Kalkgehalt wie im umliegenden Knochen ist noch nicht zu finden. Auch ist noch nicht zu erkennen, daß sich ein neues Periodontium rund um den Stumpf gelegt hat, was zwar auch nicht immer unbedingt notwendig ist.

Die Patientin behauptet, auf der rechten Seite mehr zu kauen wie auf der linken, weil hier im Molarengebiet eine Entzündung der Papille am 6 ihr Beschwerden macht. Der 4 und 5 werden also wohl im Kauakt genügend funktionell in Anspruch genommen; jedoch kann man in der Schluß-Biß-Stellung erkennen, daß die Krone des 5 nicht so vollkommen in Okklusion mit dem Antagonisten steht wie die des 4. Durch diese Einstellung wird wohl der 5 in senkrechter Belastung, also vom Kaudruck genau so getroffen wie der 4, aber bei der Mahlbewegung, beim Gleiten von Höcker in Fissur und von da wieder auf Höcker, wird beim 5 ein funktioneller Ausfall eintreten. Damit fällt eine Komponente der funktionellen Inanspruchnahme für den 5 vollkommen aus. Dieser Fall zeigt, wie ein Unterschied in der funktionellen Beanspruchung die Knochenregeneration beeinflußt.

Fall 2: Patient Lorenz K., 47 Jahre alt.

Am 20. 6. 34 wurde eine W.S.R. vorgenommen an den Zähnen 5 4 3 2 1. Die Wunde wurde wie meist hier in der Klinik primär vernäht. In der ersten Zeit trat ein Funktionsausfall der ganzen Partie ein, was bei der Größe der gesetzten Knochenwunde leicht erklärlich ist. Der Wundheilverlauf war normal.

Das Gebiß des Patienten zeigt:

8 7 . 5 4 3 2 1 | 1 2 3 4 . . . 8

. 7 . 5 4 3 2 1 | 1 2 3 4 5 6 7 .

Im Oberkiefer fehlen 5, 6, 7, und 6; die Lücke zwischen 5 und 7 ist fast geschlossen durch Mesialwanderung des 7. Da an der Goldkrone des 5 ein Steg nach distal angebracht ist, kann man von einer Lückendeckung sprechen. 4 ist überkront, 1 und 2| tragen Stiftzähne.

Im Unterkiefer fehlen $\overline{8}|$, $\overline{6}|$ und $|\overline{8}$.

Das Gebiß als Ganzes kann trotz der großen Lücke von 4 bis 8 als einigermaßen gebrauchsfähig angesprochen werden, da einmal der 8 stark mesial gewandert ist und heute an Stelle des fehlenden 7 steht, weiterhin gerade im noch vorhandenen Molarengebiet von einer Lockerung einzelner Zähne nichts zu merken ist.

Sieben Monate nach der Operation, am 5. 2. 35, wurde eine Kontrollaufnahme angefertigt. Zu diesem Zeitpunkt sind von der Wunde ausgehend keinerlei Beschwerden mehr zu bemerken, und da auch der Patient die Partie $\overline{5\ 4\ 3\ 2\ 1}|$ als durchaus gebrauchsfähig bezeichnet, kann man von einer Heilung im klinischen Sinne sprechen. Nur empfindet der Patient eine Lockerung einzelner Zähne in diesem Gebiet beim Kauakt als unangenehm; er bringt

diese Lockerung mit der Operation oder vielmehr ihrer Ausheilung in Zusammenhang. Bei der Untersuchung fällt auf, daß 2 ziemlich gelockert, 1 und 4 geringgradig gelockert sind; 3 und 5 aber absolut fest im Kiefer stehen.

Abb. Nr. 1 (5. 2. 35). Abb. Nr. 2. Abb. Nr. 3.

Röntgenbild Nr. 1 zeigt das Operationsfeld; hier sind die Unterschiede im Heilverlauf zu erkennen. Röntgenbild Nr. 2 zeigt die Zähne 3 2 1; Nr. 3 die Zähne 5 4 in mehr senkrechter Projektion und somit geringerer Verzeichnung.

Bei 2 ist auf Röntgenbild Nr. 1 deutlich ein Knochenabbau am Rande der Alveole sichtbar; also eine rarefizierende Ostitis als Folge einer Paradentitis. In geringerem Grade ist dies auch bei 4 zu sehen. Diese Paradentitis hat sicher schon vor der Operation bestanden, denn 7 Monate wäre für einen solch ausgedehnten Abbau am Knochen, wie ihn gerade 2 zeigt, eine zu kurze Zeit. 2 ist wohl größtenteils aus kosmetischen Gründen mitreseziert worden, da man ja doch das Gebiet von 1 bis 5 erfassen mußte.

Auf Bild Nr. 1 sind nun ganz deutliche Unterschiede in der Knochenregeneration zu bemerken. 1 zeigt im Wurzelspitzengebiet noch eine Aufhellung; auch bei 2 ist sie zu bemerken. 3 zeigt eine tadellose Spongiosazeichnung; der junge Knochen ist hier kaum von der Umgebung zu trennen. 4 zeigt deutliche Aufhellung; dagegen ist am 5 auch röntgenologisch eine tadellose Heilung eingetreten. Hier ist neben der genauen Spongiosazeichnung auch noch ein bindegewebiger Streifen um den Wurzelstumpf sichtbar. Im röntgenologischen Sinne ausgeheilt sind also 3 und 5, während 1, 2 und 4 noch in mehr oder weniger früheren Regenerationsstadien stehen.

Inwiefern ist in diesem Falle nun die Funktion für eine solch unterschiedliche Regeneration verantwortlich zu machen? Man darf annehmen, daß hier eine mangelhafte Funktionstüchtigkeit einzelner Zähne, und zwar 2 und 4 vorliegt, die ihren Grund in der paradentitischen Erkrankung dieser Zähne hat. Dies scheint im ersten Augenblick eine Behauptung zu sein, die gerade umgekehrt lauten müßte, denn die Gründe für eine Paradentitis sind doch meistens falsche Belastung, also fehlerhafte Einstellung in der Funktion. In unserem Falle müssen wir doch aber annehmen, wie oben schon erwähnt wurde, daß die paradentitische Erkrankung der betreffenden Zähne zum Zeitpunkt der Operation bereits bestand, wenn auch vielleicht im geringeren Maße, und daß dann auch im weiteren die bestehende Lockerung der betreffenden

Zähne eine normale Funktion nicht erlaubte; denn dem Patienten selbst fiel ja beim Gebrauch diese Lockerung auf. Auf den evtl. Einwand, daß die ungenügende Ruhigstellung, wie sie die paradentitische Erkrankung ergibt, eine normale Knochenregeneration hintangehalten habe, kann entgegnet werden, daß bei fast jeder W.S.R. der betreffende Zahn eine mehr oder weniger ausgeprägte Lockerung erfährt und daß trotz dieser an und für sich ungünstigen Bedingung die Knochenregeneration unter dem Einfluß einer normalen Funktion bald einsetzt. Also auch hier wieder dürfte die Funktion, d. h. die mehr oder weniger vollkommene Funktionstüchtigkeit der einzelnen Zähne als Ursache dieser unterschiedlichen Knochenregeneration angesprochen werden.

Fall 3: Patient Herbert L., 27 Jahre alt.

Am 16. 11. 34 wurde die W.S.R. am 2 und |4 vorgenommen.

Am 1. 12. 34 am |5 wurzelreseziert und

am 10. 12. 34 am 4|.

Das Gebiß des Patienten:

. . 6 . 4 3 2 1 | 1 2 3 4 . 6 7 .

. 7 . 5 4 3 2 1 | 1 2 3 4 5 . . 8

Im Oberkiefer fehlen 5 , 7|, 8 und |5, |8; die beiden 5 | 5 fehlen in der embryonalen Anlage, so ist es zu erklären, daß 6| auf der rechten Seite und 6 7 auf der linken Seite durch Mesialwanderung in weitgehendem Maße die Lücken des fehlenden 5 | 5 gedeckt haben. |2 trägt einen Stiftzahn und ist ziemlich gelockert. 4, |6, |7 sind überkront.

Im Unterkiefer fehlen 8 , 6 und 6, |7. Auf der rechten Seite ist 7| mesialgewandert, die Lücke ist bis auf wenige Millimeter geschlossen. Auf der linken Seite deckt eine Brücke von |5 bis |8 die Lücke.

Am 5. 2. 35 wurden von den wurzelresezierten Zähnen Kontrollaufnahmen angefertigt.

Abb. Nr. 1 (4| Op. vor 8 Wochen).

Abb. Nr. 2 (|2 4 Op. vor 11 Wochen).

Abb. Nr. 3 (|5 Op. vor 9 Wochen).

Auf Bild Nr. 2 sieht man am |2 am Rande der Alveole Einschmelzungen am Knochen (rarefizierende Ostitis). Im Heilverlauf ist auch |4 gegenüber |2 weitaus voraus; bei 2 ist die Aufhellung noch ziemlich stark, im Kern des jungen Knochengewebes ist

kaum eine Spongiosazeichnung zu erkennen. Hier dürften dieselben Gründe wie im vorherbeschriebenen Fall (Fall 2) eine mangelhafte Ausübung der Funktion und ein Zurückbleiben im Heilverlauf bedingen.

Beim Vergleich des Röntgenbildes Nr. 1 und Nr. 3 ist am auffallendsten, daß die Regeneration am 5. trotzdem er früher reseziert wurde als 4., gegenüber letzterem in einem weit früheren Stadium steht. Diese Beobachtung ist deswegen besonders interessant, weil hier nicht ein „zu wenig" an Funktion, für die Regeneration ungünstige Bedingungen schafft, sondern ein „zu viel". Hier liegt das Fehlerhafte des funktionellen Reizes an der zu starken Inanspruchnahme, die der Brückenpfeiler im Kauakt erfahren dürfte. Daß hier wirklich eine Ueberbelastung vorliegt, geht auch schon daraus hervor, daß der Periodontalspalt besonders distal deutlich Spuren einer krankhaften Veränderung im Sinne einer Verbreiterung zeigt (die Brücke ist vor 18 Monaten angefertigt).

Es sind also nicht immer die Unterschiede in der Knochenregeneration dadurch bedingt, daß das Fehlerhafte in einer Herabsetzung der Funktion liegt, sondern auch eine anormal starke Beanspruchung kann zur Folge haben, daß der funktionelle Reiz nicht mehr den Heilverlauf im Knochen fördert, sondern eher hemmt. Das richtige Maß im physiologischen Rahmen stellt den funktionellen Reiz für den Einzelzahn dar, der als wichtigster Heilfaktor bei einer Knochenwunde in Wurzelspitzengegend anzusehen ist.

Fall 4: Patient Michael G., 25 Jahre alt.

Am 15. 6. 34 wurde eine W.S.R. am 1| und 2| durchgeführt. Das Gebiß zeigt folgenden Status:

8 7 6 . 4 3 2 1 | 1 2 3 4 . 6 7 8

. 7 6 . 4 3 2 1 | 1 2 3 4 5 . 7 8

Im Oberkiefer fehlen 5| und |5 . 2| und 3| tragen einen Stiftzahn.

Im Unterkiefer fehlen 8|, 5 und 6. Ersatz ist nicht vorhanden.

Abb. Nr. 1 (29. 6. 34). Abb. Nr. 2 (26. 7. 34).

Abb. Nr. 3 (27. 1. 35).

Röntgenbild Nr. 1 zeigt das Operationsfeld am 29. 6. 34, also 14 Tage nach dem Eingriff. Man erkennt eine ziemlich ausgedehnte Knochenwunde, die sich gleichmäßig um die Wurzelspitzen von 1| und 2| erstreckt.

Röntgenbild Nr. 2 wurde 6 Wochen nach der Operation (am 26. 7. 34) aufgenommen. Inzwischen ist der 2| durch den Stiftzahn

wieder in Funktion getreten. Die Knochenwunde ist bedeutend kleiner geworden, vom Rande her hat eine Knochenneubildung eingesetzt. Aber nicht nur der Größenunterschied der Aufhellung von Nr. 1 gegenüber Nr. 2 fällt auf, sondern besonders, daß im Gebiet des 1| eine sichtbare Verdichtung des Gewebes eingetreten ist, was aber noch markanter als Unterschied hervortritt 7 Monate nach der Operation auf Röntgenbild Nr. 3 (27. 1. 35). Neben der Tendenz des Knochengewebes, wieder vollständig in Heilung überzutreten, ist zu erkennen, daß in senkrechter Richtung über der Wurzelspitze des 1| eine stärkere Verdichtung eingetreten ist als an dem mesialen Feld über der Wurzelspitze von 2|. Hier scheint die knöcherne Verheilung noch nicht eingetreten zu sein. Dem klinischen Befunde und den Aussagen des Patienten nach ist um diese Zeit von einer Heilung zu sprechen. Der Patient benutzt die Frontzähne fast unterschiedslos zum Abbeißen; nur hat er die Feststellung gemacht, daß er manchmal fast unbewußt den 2| etwas schont, er hat dann das Gefühl, als ob er dem Stiftzahn auf 2| einen besonders scharfen Biß nicht zutrauen darf. Dies etwas unsichere Gefühl kann man wohl so erklären (wohlgemerkt: 2| sitzt fest im Kiefer), daß der Stift der Krone nicht in Richtung der Zahnwurzel in den Kanal eingelassen ist, sondern es durch die stark distale Richtung des Stiftes fast zu einer Perforation der Wurzel gekommen wäre. Da der Stift im Mittelpunkt der Krone sitzt und somit der Ueberträger der ganzen Kraft ist, die auf den Zahn trifft, wird die Kraftrichtung nicht dem Verlauf des Kanals und damit der Wurzel in physiologischer Weise folgen, sondern eine distale Ablenkung erleiden.

Diese fehlerhaften statischen Gründe mögen schuld daran sein, daß in der Knochengegend über der Wurzelspitze des 2| im mesialen Feld eine ungenügende Verknöcherung zu bemerken ist wie im distalen; denn wenn auch eine Knochenwunde vom Rande her durch Anbau von jungem Knochen ausgefüllt wird, so müßte doch aber in dem Zeitraum von 7 Monaten auch mesial längst eine Verknöcherung eingetreten sein. Es liegt hier aber durch die falsche Richtung des Stiftes bei Belastung des Zahnes fast eine Drehwirkung vor, jedenfalls fällt für den mesialen Teil der Wurzel die so wichtige Komponente zur Verheilung, nämlich die funktionelle Druckwirkung, zum größten Teil fort.

Die röntgenologischen Untersuchungen dieser Fälle zeigen eindeutig, wie weit die Funktion maßgebend ist für die Heilungsdauer und den Grad der Knochenregeneration, und man kann mit Bauer sagen: „... gerade regenerative Prozesse lassen deutlich die wichtige Rolle funktioneller Einflüsse erkennen; denn funktionelle Impulse wecken das Leben der Zelle, geben der Differenzierung die Richtung und arbeiten im weiteren Verlaufe des Werdens an Struk-

tur und Form des Organes, das sie — physiologische Verhältnisse vorausgesetzt — in gebrauchsfähigem Zustand zu erhalten trachten ...."

Zusammenfassung.

Im vorhergehenden wurde dargestellt, wie die Knochenregeneration nach einer W.S.R. ihren Verlauf nimmt; besonders wurden die Zeichen eines klinischen, röntgenologischen oder histologischen Erfolges hervorgehoben. Nach einer Betrachtung über die Knochenregeneration im allgemeinen wurden die Faktoren, die nach Ansicht verschiedener Autoren einen Einfluß auf den Ablauf der Regeneration haben, aufgezählt. Als wesentlich wurde angegeben (nach Röntgenuntersuchungen, die einer W.S.R. an Kranken der Klinik folgten), daß besonders der funktionelle Reiz eine ausschlaggebende Rolle bei der Knochenregeneration spielen kann.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. K r a n z für die freundliche Ueberlassung des Themas zu danken und ebenso Herrn Dr. L i n k für die wertvollen Fingerzeige bei Auswahl und Verwertung der Fälle.

Die Röntgenaufnahmen zur vorstehenden Arbeit liegen im Original vor im Zahnärztlichen Institut der Münchener Universität.

Schriftennachweis

Bauer: Histologische Befunde an Zähnen nach Wurzelspitzenresektion. Zeitschr. f. Stomatologie 1922.

— Mikroskopische Befunde an Zähnen und Paradentien nach experimenteller Wurzelspitzenamputation unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von funktionellen Auswirkungen. Zeitschr. f. Stomatologie 1925.

Bier: Beobachtungen über Regenerationen, besonders beim Menschen. Dtsch. med. Wochenschr. 1917—19.

Gottlieb: Histologische Untersuchungen einer geheilten Zahnfraktur. Zeitschr. f. Stomatologie 1922.

Hofer: Erfolge und Mißerfolge bei der Wurzelspitzenresektion. Zeitschr. f. Stomatologie 1933.

Lexer: Knochenbildung im Bindegewebe osteoplastischer Herkunft. Dtsch. Zeitschr. f. Chirurgie Bd. 217/1929.

— Allgemeine Chirurgie (Stuttgart, Ende 1934).

Michaelis: Die Bewertung der Zähne nach Kaueinheiten. Zahnärztl. Rundschau 1920 Nr. 47/48.

Partsch: Studien über Knochenregeneration. Dtsch. Zeitschr. f. Chirurgie Bd. 187/1924.

Riha: Das Röntgenbild als brauchbares Kriterium für die erfolgte Ausheilung nach medikamentöser, nach Röntgen- und Chirurgischer Behandlung der periodontitis granulomatosa. Zeitschr. f. Stomatologie 1924.

Rohrer: Das System des menschlichen Gebisses im Dienste des Verdauungstraktus. Zahnärztl. Rundschau 1919 Nr. 50/51.

Schachtel: Ueber die Heilungsvorgänge nach Wurzelspitzenresektion. Monatsschr. f. Zahnheilkunde 1929.

Schillings: Pseudoarthroseproblem und seine Beziehungen zur normalen Knochenregeneration. Bruns Beiträge zur Chirurgie Bd. 157.

Steinhardt: Pathologisch-Anatomische Befunde nach Wurzelspitzenresektionen und Wurzelfrakturen beim Menschen. Dtsch. zahnärztl. Wochenschr. 1933.

Steiner: Röntgenkontrolle der Wurzelspitzenamputation. Zeitschr. f. Stomatologie 1929.

Thiele: Die Bedeutung des Röntgenbildes für die Beurteilung der Heilungsvorgänge nach Wurzelspitzenresektion. Diss. 1929 Bonn.

Wolf: Geschichte und Praxis der Wurzelspitzenresektion. Zeitschr. f. Stomatologie 1929.

Lebenslauf

Ich wurde geboren am 28. Juni 1912 in Berlin als Sohn des Kaufmanns Edmund Krämer. In Braunschweig besuchte ich das Herzog-Wilhelm-Gymnasium und bestand dort 1931 die Reifeprüfung. Anschließend begann ich an der Universität Würzburg das zahnärztliche Studium und bestand daselbst im Sommersemester 1932 das zahnärztliche Vorexamen. Meine klinischen Semester verbrachte ich an der Universität München, wo ich im Winter 1934 das zahnärztliche Staatsexamen bestand und meine Approbation als Zahnarzt erhielt.